

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002155869 A**

(43) Date of publication of application: **31.05.02**

(51) Int. Cl

**F04B 49/10**  
**F04B 35/04**  
**F25B 1/02**  
**H02P 7/00**

(21) Application number: **2000354952**

(22) Date of filing: **21.11.00**

(71) Applicant:

**MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor:

**UEDA MITSUO**  
**YOSHIOKA KANEHARU**  
**NAKADA HIDEKI**  
**ARAI YASUHIRO**  
**YOSHIDA YUJI**

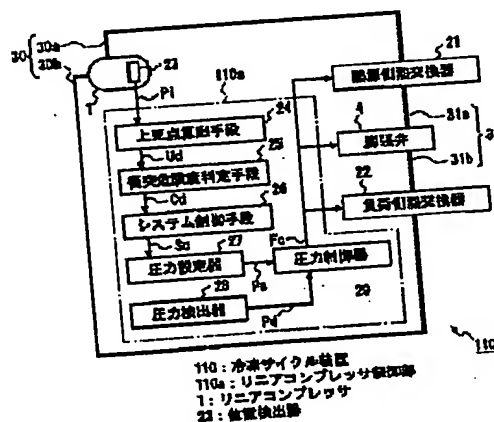
(54) REFRIGERATING CYCLE DEVICE

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To avoid collision of a piston with a cylinder without largely reducing output refrigerating capacity in a refrigerating cycle device 110 using a linear compressor 1.

SOLUTION: This refrigerating cycle device is provided with a position detecting sensor 23 to detect a position of the piston. When the detected position of the piston gets closer to a cylinder head over a predetermined limit position, it is determined that the piston has possibility of colliding with the cylinder, and at least one of heat exchange quantities at heat exchangers 21 and 22 and a valve opening of an expansion valve 4 is controlled in such a way that top clearance is enlarged.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(11)特許出願公開番号

特開2002-155869

(P2002-155869A)

(43)公開日 平成14年5月31日(2002.5.31)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テラポート(参考)
F 0 4 B 49/10	3 3 1	F 0 4 B 49/10	3 3 1 A 3 H 0 4 5
			3 3 1 B 3 H 0 7 6
35/04		35/04	5 H 5 4 0
F 2 5 B 1/02		F 2 5 B 1/02	Z
H 0 2 P 7/00	1 0 1	H 0 2 P 7/00	1 0 1 B
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 18 頁)			

(21)出願番号 特願2000-354952(P2000-354952)

(22) 出願日 平成12年11月21日(2000. 11. 21)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 植田 光男

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)發明者 吉岡 包晴

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100081813

弁理士 早瀬 憲一

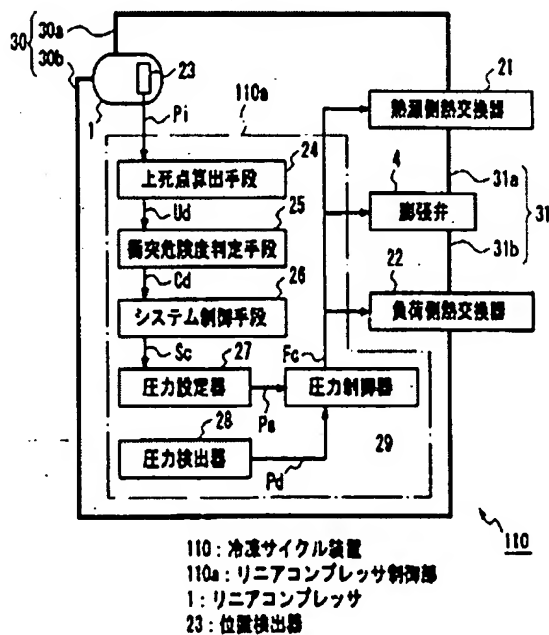
## 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷凍サイクル装置

(57) 【要約】

【課題】 リニアコンプレッサ1を用いた冷凍サイクル装置110において、出力冷凍能力を大きく減少させることなく、ピストンとシリンダとの衝突を回避することができる。

【解決手段】 冷凍サイクル装置において、ピストンの位置を検出する位置検出センサ２３を備え、検出されたピストンの位置が、予め定められた限界位置よりシリンダヘッド側に近い場合、ピストンがシリンダに衝突する危険性があると判定し、熱交換器２１、２２における熱交換量、及び膨張弁４の弁開度の少なくともひとつを、トップクリアランスが広がるよう制御するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 冷媒の状態変化により熱交換を行う第1及び第2の熱交換器と、

冷媒を第2の熱交換器から第1の熱交換器へ送る第1の流通管路と、

冷媒を第1の熱交換器から第2の熱交換器へ送る第2の流通管路と、

上記第1の流通管路の一部に配置され、ガス圧縮室を形成するシリンダ及びピストン、並びに該ピストンを往復動させるリニアモータを有し、上記第2の熱交換器側からのガス状冷媒を吸入して圧縮し、圧縮されたガス状冷媒を第1の熱交換器側へ吐出するリニアコンプレッサと、

上記第2の流通管路の一部に配置され、該通路の断面積をその弁開度により調整する絞り弁とを備えた冷凍サイクル装置において、

上記ピストンの位置を検出し、該位置を示すピストン位置情報を出力する位置検出手段と、

該ピストン位置情報に基づいて上記ピストンがシリンダに衝突する危険度を判定し、該危険度を示す衝突危険度情報を出力する衝突危険度判定手段と、

上記第1の熱交換器での熱交換量、第2の熱交換器での熱交換量、及び絞り弁の弁開度のうちの少なくともひとつを制御対象とし、該衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じて、上記リニアコンプレッサにおけるガス状冷媒の吸入圧とその吐出圧との圧力差の増大によりそのトップクリアランスが広がるよう、上記制御対象を制御するシステム制御手段とを備えたことを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項2】 請求項1記載の冷凍サイクル装置において、

上記衝突危険度判定手段は、上記ピストン位置情報に基づいて、上記ピストン往復動の所定位相に対応するピストン位置が、予め設定された限界位置よりシリンダヘッド側に近づいたとき、上記ピストンがシリンダに衝突する危険性があると判定するものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項3】 請求項1記載の冷凍サイクル装置において、

上記衝突危険度判定手段は、上記ピストン位置情報に基づいて、上記ピストン往復動の所定位相に対応するピストン位置が、予め設定された、ピストンの往復動方向に沿ってシリンダヘッド側からその反対側に向かって並ぶ複数の危険度判定領域のうちのいずれの領域に含まれるかを判定し、上記ピストン位置が含まれる危険度判定領域がシリンダヘッドに近いほど、上記衝突危険度が高いと判定するものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項4】 請求項1記載の冷凍サイクル装置において、

上記位置検出手段は、上記ピストンの位置を一定の時間間隔で検出し、該複数のピストン位置情報を出力するものであり、

上記衝突危険度判定手段は、該複数のピストン位置情報に基づいて、該ピストンが所定の判定位置を通過するときのピストン速度を求め、該ピストン速度に基づいて上記衝突危険度を判定するものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項5】 請求項1記載の冷凍サイクル装置において、

上記ピストン位置情報に基づいて上記ピストンの上死点を算出し、該上死点を示す上死点情報を出力する上死点算出手段を備え、

上記衝突危険度判定手段は、該上死点情報を受け、上記ピストンの上死点が、予め設定された限界位置よりシリンダヘッド側に近づいたとき、上記ピストンがシリンダに衝突する危険性があると判定するものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項6】 請求項5記載の冷凍サイクル装置において、

上記衝突危険度判定手段は、上記上死点情報に基づいて、上記ピストンの上死点が、予め設定された、ピストンの往復動方向に沿ってシリンダヘッド側からその反対側に向かって並ぶ複数の危険度判定領域のうちのいずれの領域に含まれるかを判定し、上記ピストンの上死点が含まれる危険度判定領域がシリンダヘッドに近いほど、上記衝突危険度が高いと判定するものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項7】 請求項1記載の冷凍サイクル装置において、

上記システム制御手段は、上記ピストン位置情報に基づいて、上記ピストンの上死点が所定の位置に保たれるよう、上記制御対象を制御するものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項8】 請求項1記載の冷凍サイクル装置において、

上記リニアコンプレッサの吸入圧、その吐出圧、第1の熱交換器へ送り込まれたガス状冷媒の圧力、及び第2の熱交換器にて生じたガス状冷媒の圧力の少なくとも1つを設定対象圧力としてその圧力値を検出し、該設定対象圧力の検出値を示す検出圧力情報を出力する圧力検出器と、

上記設定対象圧力を、指令信号に基づいて所定値に設定し、該設定対象圧力の設定値を示す設定圧力情報を出力する圧力設定器と、

上記設定圧力情報及び検出圧力情報に基づいて、上記設定対象圧力の設定値とその検出値との差分差が小さくなるよう、上記制御対象に対してその制御量を示す情報を出力する圧力制御器とを備え、

上記システム制御手段は、上記圧力設定器に対して、上

記設定対象圧力の設定値が、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じた値となるよう、上記指令信号により指令するものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項 9】 請求項 1 記載の冷凍サイクル装置において、

上記リニアコンプレッサに吸入される冷媒の温度、該リニアコンプレッサから吐出される冷媒の温度、第 1 の熱交換器における冷媒の温度、第 2 の熱交換器における冷媒の温度の少なくとも 1 つを設定対象温度としてその温度値を検出し、該設定対象温度の検出値を示す検出温度情報を出力する温度検出器と、

上記設定対象温度を、指令信号に基づいて所定値に設定し、該設定対象温度の設定値を示す設定温度情報を出力する温度設定器と、

上記設定温度情報及び検出温度情報に基づいて、上記設定対象温度の設定値とその検出値との差分値が小さくなるよう、上記制御対象に対するその制御量を示す情報を出力する温度制御器とを備え、

上記システム制御手段は、上記温度設定器に対して、上記設定対象温度の設定値が、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じた値となるよう、上記指令信号により指令するものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項 10】 請求項 1 記載の冷凍サイクル装置において、

上記システム制御手段は、

上記衝突危険度情報に基づいて、上記制御対象に対する、上記ピストンのシリンダに対する衝突を回避するための第 1 の制御量を示す第 1 の制御情報を出力する衝突防止運転システム制御器と、

上記制御対象に対する、上記リニアコンプレッサを予め設定されている最適状態で作動させるための第 2 の制御量を示す第 2 の制御情報を出力する通常運転システム制御器と、

上記第 1、第 2 の制御情報を受け、上記第 1 の制御量と第 2 の制御量とに対する重み付け処理を、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度が大きいほど、第 2 の制御量に比べて第 1 の制御量に対する重み付け比率が大きくなるよう行い、重み付けされた第 1 及び第 2 の制御量の総和を、上記制御対象に対する第 3 の制御量を示す情報として出力する制御量決定手段とを備え、

上記制御対象を第 3 の制御量でもって制御するものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【請求項 11】 請求項 1 記載の冷凍サイクル装置において、

上記システム制御手段は、

上記リニアコンプレッサに供給されるリニアモータの駆動電流を、これが上記衝突危険度情報が示す衝突危険度の増大に応じて減少するよう制御する電流制御手段を備

え、

上記衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じて、上記第 1 の熱交換器での熱交換量、第 2 の熱交換器での熱交換量、及び絞り弁の開度のうちの少なくともひとつを制御対象とする第 1 の制御とともに、上記リニアモータの駆動電流を制御対象とする第 2 の制御を行うものであることを特徴とする冷凍サイクル装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、冷凍サイクル装置に関し、ガス状冷媒を圧縮するコンプレッサとして、シリンダ内のピストンをリニアモータにより往復運動させるリニアコンプレッサを用いた冷凍サイクル装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ガス状冷媒（以下冷媒ガスともいう。）を圧縮する手段として、リニアモータによりシリンダ内でピストンを往復運動させて冷媒ガスを圧縮するリニアコンプレッサを用いた冷凍サイクル装置が知られている。冷凍サイクル装置の具体的な適用例としては、室温内の温度を快適に保つ空気調和機や、庫内を適正な低温状態に保つ冷凍冷蔵庫などが考えられる。

【0003】図 5 は、従来の冷凍サイクル装置を用いた空気調和機を説明するための図である。この空気調和機（冷凍サイクル装置）100 は、室内、例えば部屋 10 の内部に配置され、室内を冷房あるいは暖房する室内機 100a と、室外に配置され、外気への熱の廃棄、あるいは外気からの熱の吸収を行う室外機 100b とを備えている。

【0004】室内機 100a は、室内の空気と冷媒との間での熱交換を行う室内熱交換器（負荷側熱交換器）8 と、室内熱交換器 8 の周辺の温度として室温を検知する室温検知器 9 とを有している。

【0005】室外機 100b は、外気と冷媒との間での熱交換を行う熱源側熱交換器（室外熱交換器）3 と、室外熱交換器 3 と室内熱交換器 8 との間の、冷媒ガスが流れるガス側流通路 11 の一部に設けられ、低圧の冷媒ガスを圧縮して高圧の冷媒ガスを発生するリニアコンプレッサ 1 とを有している。また、室外機 100b は、室外熱交換器 3 と室内熱交換器 8 との間の、液状冷媒（以下冷媒液ともいう。）が流れる液側流通路 14 の一部に配置され、液側流通路の断面積を調節する膨張弁（絞り弁）4 と、ガス側流通路 11 にて冷媒ガスが流れる方向及び液側流通路 12 にて冷媒液が流れる方向を切り替えて、室内を暖房する暖房サイクルと、室内を冷房する冷房サイクルとを切り替える四方弁 2 とを有している。

【0006】ここで、室内熱交換器 8 は、上記暖房サイクルでは、ガス側流通路 11 から供給される冷媒ガスを凝結させて凝結熱を室内に放出するとともに、冷媒ガスの凝結により得られた冷媒液を液側流通路 12 へ排出

し、一方、上記冷房サイクルでは、液側流通路12からの冷媒液を気化させて、気化熱を室内の空気から奪い取るとともに、冷媒液の気化により得られる冷媒ガスをガス側流通路11に排出する。

【0007】また、室外熱交換器3は、上記暖房サイクルでは、液側流通路12からの冷媒液を気化させて、気化熱を外気から奪い取るとともに、冷媒液の気化により得られる冷媒ガスをガス側流通路11に排出し、一方、上記冷房サイクルでは、ガス側流通路11から供給される冷媒ガスを凝結させて凝結熱を大気中に放出するとともに、冷媒ガスの凝結により得られた冷媒液を液側流通路12へ排出する。

【0008】また、四方弁2は、上記暖房サイクルでは、リニアコンプレッサ1から高圧冷媒ガスがガス側流通路11を介して室内熱交換器8に送り出され、かつ室外熱交換器3からガス側流通路11を介して低圧冷媒ガスがリニアコンプレッサ1に送り込まれ、一方、上記冷房サイクルでは、リニアコンプレッサ1から高圧冷媒ガスがガス側流通路11を介して室外熱交換器3に送り出され、かつ室内熱交換器8からガス側流通路11を介して低圧冷媒ガスがリニアコンプレッサ1に送り込まれるよう、リニアコンプレッサ1のガス吐出管1a及びガス吸入管1bとガス側流通路11との接続状態を切り替える。

【0009】さらに、室外機100bのガス側流通路11には、ガス側流通路11を流れる冷媒ガスの圧力を検出する圧力検出器13が取り付けられており、リニアコンプレッサ1の吸入管1bには冷媒ガスの過熱度を検出する過熱度検出器14が取り付けられている。また、リニアコンプレッサ1の吸入管1bにはアキュムレータ5が取り付けられており、ガス側流通路11における冷媒液がアキュムレータ5により除去される。

【0010】そして上記空気調和機100では、室外熱交換器3、室内熱交換器8、これらの間のガス側流通路11及び液側流通路12、並びに、ガス側流通路11に配置されたリニアコンプレッサ1、その吐出管1a、吸入管1b及び四方弁2により、冷媒の循環閉路が形成されており、循環閉路に封入された冷媒をリニアコンプレッサ1により循環させることにより、冷媒の循環閉路内に周知のヒートポンプサイクルが形成される。

【0011】ここで、室外熱交換器3及び室内熱交換器8での熱交換量の調整は、それぞれ室外機100b及び室内機100aに備え付けられているファン（図示せず）の風量を変更することにより行うのが一般的である。また、膨張弁4は、冷媒循環量を調整するものであり、具体的には、該膨張弁4として、電磁弁等の流体の流量を制限する絞り装置が用いられる。また圧力検出器13は、ガス側管路11の、リニアコンプレッサ1と室内熱交換器8との間の部分に設置されており、このため、冷房運転時には低圧側圧力、暖房運転時には高圧側

圧力を検出することになる。なお、圧力検出器13の設置位置は、この部分に限らず、例えば、ガス側管路11における、冷房運転時に高圧側圧力、暖房運転時に低圧側圧力を検出する位置や、冷房運転及び冷房運転のいずれの場合にも、高圧側圧力と低圧側圧力のいずれかを検出する位置、例えばリニアコンプレッサ1の吐出管1aや吸入管1bの一部であってもよい。

【0012】また、リニアコンプレッサ1の吸入管1bの一部には過熱度検出器14が取り付けられており、この過熱度検出器14は、冷媒ガスの過熱度を、リニアコンプレッサ1の吸入温度と吸入飽和温度の温度偏差として検知されるものである。この吸入飽和温度は、吸入圧力の下で冷媒ガスと冷媒液の両方が存在する温度である。なお、この吸入飽和温度は、蒸発器として作用する熱源側熱交換器や負荷側熱交換器の冷媒飽和温度であってもよい。また、上記過熱度検出器14に代えて、冷媒ガスの過冷度を検知する過冷度検出器（図示せず）を用いてもよい。この場合、冷媒ガスの過冷度としては、リニアコンプレッサ1の吐出温度と膨張弁4の入り口付近の温度との温度偏差が用いられる。

【0013】また、室外熱交換器3や室内熱交換器8の熱交換量または膨張弁4の開度は、通常、部屋10の温度が快適に保たれ、かつ、冷媒ガスの圧力や過熱度あるいは過冷度が適正に保たれるよう制御される。

【0014】また、上記冷媒は、どのような種類の冷媒でもよく、例えば、上記冷媒として、単一冷媒、混合冷媒（共沸混合冷媒、非共沸混合冷媒）、水素、フロン、炭素を用いたHFC冷媒、自然冷媒を用いることができる。ここで、自然冷媒としては、HC（ハイドロカーボン）冷媒、CO<sub>2</sub>冷媒等が挙げられる。また、単一冷媒は、単一の物質により構成されている冷媒であり、例えばプロパン、二酸化炭素などからなる冷媒である。この単一冷媒は、一定圧力条件の下で蒸発するときには温度変化しない。共沸混合冷媒は、複数の物質を混合してなる冷媒であり、単一冷媒と同様、一定圧力条件の下で蒸発するときには温度変化しない。さらに、非共沸混合冷媒は、複数の物質を混合してなる冷媒であるが、単一冷媒と異なり、一定圧力条件の下で蒸発するとき温度変化する。

【0015】なお、図中、20aは、上記ガス側流通路11を構成する配管のジョイント部材、20bは上記液側流通路12を構成する配管のジョイント部材である。

【0016】次に動作について説明する。暖房運転時には、図5の実線の矢印Aで示す方向に冷媒が流れる暖房サイクルが形成される。

【0017】つまり、リニアコンプレッサ1に吸入された低圧の冷媒ガスは、リニアコンプレッサ1にて圧縮されて高温高圧の蒸気となって吐出管1aから排出される。リニアコンプレッサ1から排出された高温高圧の冷媒ガスは、四方弁2を通過してガス側流通路11から室内

熱交換器8に流れ込む。

【0018】暖房運転時には、室内熱交換器8は凝縮器として働くため、室内熱交換器8では、高温高圧の冷媒ガスは凝縮して凝縮熱を発生し、この凝縮熱が室内熱交換器8から部屋10内に放出される。これにより部屋10の暖房が行われる。また、上記冷媒ガスの凝縮により発生した冷媒液は室内熱交換器8の液側流通路12へ排出される。さらに、室内熱交換器8から液側流通路12へ排出された冷媒液は、室外機100bの膨張弁4を通過して室外熱交換器3に流れ込む。

【0019】暖房運転時には、室外熱交換器3は蒸発器として働くため、室外熱交換器3に流れ込んだ冷媒液は、外気より熱を受け取って蒸発する。これにより上記冷媒液は低圧冷媒ガスとなって、室外熱交換器3のガス側流通路11へ排出される。この室外熱交換器3のガス側流通路11へ排出された低圧冷媒ガスは、四方弁2を通過し、さらにアキュムレータ5が取り付けられた吸入管1bを通過してリニアコンプレッサ1に吸入される。なお、このアキュムレータ5では、低圧冷媒ガスとともにガス側流通路11を流れる冷媒液が除去される。

【0020】一方、冷房運転時には、図5の点線の矢印Bで示す方向に冷媒が流れる冷房サイクルが形成される。つまり、まず、暖房運転時と同様に、リニアコンプレッサ1に吸入された低圧の冷媒ガスは、リニアコンプレッサ1にて圧縮されて高圧の蒸気となって吐出管1aから排出される。リニアコンプレッサ1から排出された高圧の冷媒ガスは、四方弁2を通過してガス側流通路11から室外熱交換器3に流れ込む。

【0021】冷房運転時には、室外熱交換器3は凝縮器として働くため、室外熱交換器3では、高圧の冷媒ガスは凝縮して冷媒液となる。このとき凝縮熱は外気に放出される。上記冷媒ガスの凝縮により発生した冷媒液は室外熱交換器3から液側流通路12へ排出される。さらに、室外熱交換器3から液側流通路12へ排出された冷媒液は、室外機100bの膨張弁4を通過して室内熱交換器8に流れ込む。

【0022】冷房運転時には、室内熱交換器8は蒸発器として働くため、室内熱交換器8に流れ込んだ冷媒液は、室内の空気から熱を受け取って蒸発する。これにより部屋の冷房が行われる。そして、上記冷媒液の蒸発により発生した低圧の冷媒ガスは、室内熱交換器8からガス側流通路11へ排出される。室内熱交換器8からガス側流通路11へ排出された低圧冷媒ガスは、四方弁2を通過し、さらにアキュムレータ5が取り付けられた吸入管1bを通過してリニアコンプレッサ1に吸入される。なお、このアキュムレータ5では、低圧冷媒ガスとともにガス側流通路11を流れる冷媒液が除去される。

【0023】次に上記室外機100bを構成するリニアコンプレッサ1について詳しく説明する。図6は、上記リニアコンプレッサ1の構造を示す断面図である。リニ

アコンプレッサ1は、所定の軸線に沿って並ぶシリンダ部41a及びモータ部41bと、該シリンダ部41a内に配置され、上記軸線方向に沿って摺動自在に支持されたピストン42と、その一端がピストン42の背面側に固定されているピストンロッド42aと、該ピストンロッド42aの他端側に設けられた支持ばね（共振ばね）51とを有している。

【0024】また、上記ピストンロッド42aには、マグネット43が取り付けられており、上記マグネット43に対向する部分には、アウターヨーク44aとこれに埋設されたステータコイル44bとからなる電磁石44が取り付けられている。この電磁石44とマグネット43との間で発生する電磁力及び上記ばね51の共振力により、上記ピストン42がその軸線方向に沿って往復運動する。なお、このリニアコンプレッサ1では、上記電磁石44及びマグネット43によりリニアモータ52が構成されている。

【0025】さらに、シリンダヘッド側のシリンダ部41a内には、シリンダ上部内面45、ピストン圧縮面、及びシリンダ周壁面により囲まれた密閉空間である圧縮室46が形成されている。シリンダ上部内面45には、ガス側流通路11から圧縮室46に低圧冷媒ガスを吸入するためのガス側吸入管1bの一端が開口しており、さらに上記シリンダ上部内面45には、上記圧縮室46からガス側流通路11へ高圧冷媒ガスを吐出するための吐出管1aの一端が開口している。上記吸入管1b及び吐出管1aには、冷媒ガスの逆流を防止する吸入弁49及び吐出弁50が取り付けられている。

【0026】そして、リニアコンプレッサ1では、モータドライバ（図示せず）からリニアモータ52への駆動電流の断続的な通電により、ピストン42がその軸線方向に往復動し、圧縮室46への低圧冷媒ガスの吸入、圧縮室46での冷媒ガスの圧縮、及び圧縮された高圧冷媒ガスの圧縮室46からの排出が繰り返し行われる。

【0027】このような冷凍サイクル装置100に用いられるリニアコンプレッサ1では、構造上、ピストン先端部がシリンダ上面に衝突する危険性があり、ピストンのストローク（つまりピストン上死点からピストン下死点までの距離）と負荷の状態により、その衝突の危険性の程度（衝突危険度）が変化する。

【0028】そこで、リニアコンプレッサの制御装置として、変位センサによりピストンの位置を検知し、その位置情報より衝突の危険度を判定し、その危険度に応じて、リニアコンプレッサ1に供給するリニアモータの駆動電流を制御し、ピストンとシリンダとの衝突を回避するものが提案されている（特開平11-324911号公報参照）。

【0029】図7は、上記公報記載のリニアコンプレッサの制御装置を説明するための図である。このリニアコンプレッサ制御装置70は、リニアコンプレッサ1に設

けられている位置センサ23の出力（該位置センサ23にて測定されたピストンとシリンダの相対距離を示す情報）に基づいて、ピストンがシリンダに衝突する可能性である衝突危険度を判定し、衝突危険度情報を出力する衝突危険度判定手段25と、該衝突危険度情報に基づいて、リニアコンプレッサ1にリニアモータの駆動電流である正弦波電流を供給するモータドライバ72とを有している。

【0030】また、上記リニアコンプレッサ制御装置70は、上記衝突危険度情報に応じて、リニアコンプレッサ1に供給される駆動電流である正弦波電流の振幅及び周波数に変化するようにモータドライバ72を制御するリニアコンプレッサ制御手段71を有している。例えば、リニアコンプレッサ制御手段71では、衝突危険度が高まれば、駆動電流としての正弦波電流の振幅の減少によりリニアコンプレッサ1のピストンのストロークが小さくなるよう、モータドライバ72の制御が行われる。

【0031】次に動作について説明する。リニアコンプレッサ1にはモータドライバ72からリニアモータの駆動電流として正弦波電流が供給され、該正弦波電流によりリニアコンプレッサ1が駆動される。

【0032】このとき位置センサ23では、リニアコンプレッサ1におけるピストン圧縮面とシリンダ上部内壁面の相対距離の測定が行われており、該位置センサ23からは相対距離を示す情報（相対距離情報）が衝突危険度判定手段25に出力されている。

【0033】この衝突危険度判定手段25では相対距離情報に基づいて、ピストンがシリンダに衝突する可能性が衝突危険度として判定され、衝突危険度を示す情報がリニアコンプレッサ制御手段71に出力される。具体的には、衝突危険度判定手段25では、あらかじめ設定されていた限界距離より相対距離が小さくなったか否か、さらには限界距離に比べて相対距離がどの程度小さくなっているかに応じて、上記衝突危険度が導出される。

【0034】リニアコンプレッサ制御手段71では衝突危険度を示す情報が入力されると、衝突危険度に応じて、上記駆動電流の振幅の調整によりピストンのストロークが変更されるようモータドライバ72に対する制御が行われる。例えば、衝突危険度が大きければ大きいほど、減少させる電流振幅値を大きくすることによって、ピストンの衝突回避がより確実に行われる。

【0035】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のリニアコンプレッサの制御方法では、リニアコンプレッサに供給するリニアモータの駆動電力を低減させることにより、ピストンがシリンダと衝突するのを回避しているため、駆動電流の低減によりピストンのストロークが減少させてしまう。この結果、使用者が望む冷凍能力をリニアコンプレッサが発揮できなくなるという問題がある。

【0036】また、ピストンのストロークが減少すると、冷凍サイクルの変化によりピストン往復動の中心位置がシリンダヘッド側に近づき、ピストンがシリンダに衝突しやすくなるという問題もある。

【0037】本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、ピストンがシリンダに衝突する危険性が増大した場合には、リニアコンプレッサの駆動能力を減少させることなくピストンとシリンダとの衝突を確実に回避することができる冷凍サイクル装置を提供することを目的とする。

【0038】

【課題を解決するための手段】この発明（請求項1）に係る冷凍サイクル装置は、第1の熱交換器と第2の熱交換器と、冷媒を第2の熱交換器から第1の熱交換器へ送る1の流通管路と、冷媒を第1の熱交換器から第2の熱交換器へ送る第2の流通管路と、上記第1の流通管路の一部に配置され、ガス圧縮室を形成するシリンダ及びピストン、並びに該ピストンを往復動させるリニアモータを有し、上記第2の熱交換器側からのガス状冷媒を吸入して圧縮し、圧縮されたガス状冷媒を第1の熱交換器側へ吐出するリニアコンプレッサと、上記第2の流通管路の一部に配置され、該通路の断面積をその弁開度により調整する絞り弁とを備えた冷凍サイクル装置において、上記ピストンの位置を検出し、該位置を示すピストン位置情報を出力する位置検出手段と、該ピストン位置情報に基づいて上記ピストンがシリンダに衝突する危険度を判定し、該危険度を示す衝突危険度情報を出力する衝突危険度判定手段と、上記第1の熱交換器での熱交換量、第2の熱交換器での熱交換量、及び絞り弁の弁開度のうちの少なくともひとつを制御対象とし、該衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じて、上記リニアコンプレッサにおけるガス状冷媒の吸入圧とその吐出圧との圧力差の増大によりそのトップクリアランスが広がるよう、上記制御対象を制御するシステム制御手段とを備えたものである。

【0039】この発明（請求項2）は、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記衝突危険度判定手段を、上記ピストン位置情報に基づいて、上記ピストン往復動の所定位相に対応するピストン位置が、予め設定された限界位置よりシリンダヘッド側に近づいたとき、上記ピストンがシリンダに衝突する危険性があると判定するものとしたものである。

【0040】この発明（請求項3）は、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記衝突危険度判定手段を、上記ピストン位置情報に基づいて、上記ピストン往復動の所定位相に対応するピストン位置が、予め設定された、ピストンの往復動方向に沿ってシリンダヘッド側からその反対側に向かって並ぶ複数の危険度判定領域のうちのいずれの領域に含まれるかを判定し、上記ピストン位置が含まれる危険度判定領域がシリンダヘッドに近



いほど、上記衝突危険度が高いと判定するものとしたものである。

【0041】この発明（請求項4）は、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記位置検出手段を、上記ピストンの位置を一定の時間間隔で検出し、該複数のピストン位置情報を出力するものとし、上記衝突危険度判定手段を、該複数のピストン位置情報に基づいて、該ピストンが所定の判定位置を通過するときのピストン速度を求め、該ピストン速度に基づいて上記衝突危険度を判定するものとしたものである。

【0042】この発明（請求項5）は、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記ピストン位置情報に基づいて上記ピストンの上死点を算出し、該上死点を示す上死点情報を出力する上死点算出手段を備え、上記衝突危険度判定手段を、該上死点情報を受け、上記ピストンの上死点が、予め設定された限界位置よりシリンダヘッド側に近づいたとき、上記ピストンがシリンダに衝突する危険性があると判定するものとしたものである。

【0043】この発明（請求項6）は、請求項5記載の冷凍サイクル装置において、上記衝突危険度判定手段を、上記上死点情報に基づいて、上記ピストンの上死点が、予め設定された、ピストンの往復動方向に沿ってシリンダヘッド側からその反対側に向かって並ぶ複数の危険度判定領域のうちのいずれの領域に含まれるかを判定し、上記ピストンの上死点が含まれる危険度判定領域がシリンダヘッドに近いほど、上記衝突危険度が高いと判定するものとしたものである。

【0044】この発明（請求項7）は、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記システム制御手段を、上記ピストン位置情報に基づいて、上記ピストンの上死点が所定の位置に保たれるよう、上記制御対象を制御するものとしたものである。

【0045】この発明（請求項8）は、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記リニアコンプレッサの吸入圧、その吐出圧、第1の熱交換器へ送り込まれたガス状冷媒の圧力、及び第2の熱交換器にて生じたガス状冷媒の圧力の少なくとも1つを設定対象圧力としてその圧力値を検出し、該設定対象圧力の検出値を示す検出圧力情報を出力する圧力検出器と、上記設定対象圧力を、指令信号に基づいて所定値に設定し、該設定対象圧力の設定値を示す設定圧力情報を出力する圧力設定器と、上記設定圧力情報及び検出圧力情報に基づいて、上記設定対象圧力の設定値とその検出値との差分差が小さくなるよう、上記制御対象に対してその制御量を示す情報を出力する圧力制御器とを備え、上記システム制御手段を、上記圧力設定器に対して、上記設定対象圧力の設定値が、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じた値となるよう、上記指令信号により指令するものとしたものである。

【0046】この発明（請求項9）は、請求項1記載の

冷凍サイクル装置において、上記リニアコンプレッサに吸入される冷媒の温度、該リニアコンプレッサから吐出される冷媒の温度、第1の熱交換器における冷媒の温度、第2の熱交換器における冷媒の温度の少なくとも1つを設定対象温度としてその温度値を検出し、該設定対象温度の検出値を示す検出温度情報を出力する温度検出器と、上記設定対象温度を、指令信号に基づいて所定値に設定し、該設定対象温度の設定値を示す設定温度情報を出力する温度設定器と、上記設定温度情報及び検出温度情報に基づいて、上記設定対象温度の設定値とその検出値との差分値が小さくなるよう、上記制御対象に対するその制御量を示す情報を出力する温度制御器とを備え、上記システム制御手段を、上記温度設定器に対して、上記設定対象温度の設定値が、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じた値となるよう、上記指令信号により指令するものとしたものである。

【0047】この発明（請求項10）は、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記システム制御手段を、上記衝突危険度情報に基づいて、上記制御対象に対する、上記ピストンのシリンダに対する衝突を回避するための第1の制御量を示す第1の制御情報を出力する衝突防止運転用システム制御器と、上記制御対象に対する、上記リニアコンプレッサを予め設定されている最適な状態で動作させるための第2の制御量を示す第2の制御情報を出力する通常運転用システム制御器と、上記第1、第2の制御情報を受け、上記第1の制御量と第2の制御量とに対する重み付け処理を、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度が大きいほど、第2の制御量に比べて第1の制御量に対する重み付け比率が大きくなるよう行い、重み付けされた第1及び第2の制御量の総和を、上記制御対象に対する第3の制御量を示す情報として出力する制御量決定手段とを備え、上記制御対象を第3の制御量でもって制御するものとしたものである。

【0048】この発明（請求項11）は、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記システム制御手段を、上記リニアコンプレッサに供給されるリニアモータの駆動電流を、これが上記衝突危険度情報が示す衝突危険度の増大に応じて減少するよう制御する電流制御手段を備え、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じて、上記第1の熱交換器での熱交換量、第2の熱交換器での熱交換量、及び絞り弁の開度度のうちの少なくともひとつを制御対象とする第1の制御とともに、上記リニアモータの駆動電流を制御対象とする第2の制御を行うものとしたものである。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

（実施の形態1）図1は本発明の実施の形態1による冷凍サイクル装置を説明するためのブロック図である。この実施の形態1では、上記冷凍サイクル装置は空気調和



機を構成している。

【0050】この冷凍サイクル装置110は、ピストンの位置を検出してピストン位置情報Piを出力する位置検出器23を有するリニアコンプレッサ1と、熱の排出及び吸収を行う熱源側熱交換器21と、負荷の冷却及び加熱を行う負荷側熱交換器22とを有している。

【0051】ここで、リニアコンプレッサ1と熱源側熱交換器21との間には、これらの間で冷媒ガスを流すための冷媒ガス通路30が形成されており、冷媒ガス通路30の一部に上記リニアコンプレッサ1が配置されている。ここでは、熱源側熱交換器21とリニアコンプレッサ1とは第1の冷媒ガス管30aにより連結されており、負荷側熱交換器22とリニアコンプレッサ1とは第2の冷媒ガス管30bにより連結されている。なおこの冷媒ガス通路30は、図5に示すガス側流通路11、四方弁2、ガス吐出管1a、ガス吸入管1bにより形成されるガス通路に相当している。

【0052】熱源側熱交換器21と負荷側熱交換器22との間には、これらの間で冷媒液を流すための冷媒液通路31が形成されており、該冷媒液通路31の一部には、熱源側熱交換器21と負荷側熱交換器22との間での冷媒液の流れを制限する膨張弁4が設置されている。ここでは、熱源側熱交換器21と膨張弁4とは第1の冷媒液管31aにより連結されており、負荷側熱交換器22と膨張弁4とは第2の冷媒液管31bにより連結されている。

【0053】そして、上記リニアコンプレッサ1、第1の冷媒ガス管30a、熱源側熱交換器21、第1の冷媒液管31a、膨張弁4、第2の冷媒液管31b、負荷側熱交換器22、第2の冷媒ガス管30bにより、冷媒の循環経路が形成されている。

【0054】また、上記冷凍サイクル装置110は、上記ピストン位置情報Piに基づいてピストンの上死点位置を算出し、上死点位置を示す情報Udを出力する上死点算出手段24と、上死点位置情報Udに基づいてピストンとシリンダの衝突の危険度を判定し、該危険度を示す情報（危険度情報）Cdを出力する衝突危険度判定手段25とを有している。

【0055】上記冷凍サイクル装置110は、リニアコンプレッサ1から吐出された吐出冷媒ガスあるいはリニアコンプレッサ1に吸入される吸入冷媒ガスの圧力、熱源側熱交換器21の内部における熱源側冷媒ガスの圧力、負荷側熱交換器22の内部における負荷側冷媒ガスの圧力のうちの少なくとも1つの圧力値を、設定対象として検出し、検出圧力値情報Pdを出力する圧力検出器28と、衝突危険度情報Cdに基づいて制御信号Scを出力するシステム制御手段26と、制御信号Scに基づいて、上記設定対象となっている圧力の値を設定し、設定圧力値情報Psを出力する圧力設定器27と、設定圧力値情報Psと検出圧力値情報Pdに基づいて、検出圧

力値が設定圧力値に近づくよう、上記熱源側熱交換器21における熱交換量、負荷側熱交換器22における熱交換量、及び膨張弁4の開度の少なくとも1つを制御対象として制御する圧力制御器29とを有している。

【0056】ここで、上記圧力制御器29は、制御対象の操作量を示す情報を、熱源側熱交換器21、負荷側熱交換器22、及び膨張弁4の少なくとも1つに出力するものとなっており、上記上死点算出手段24、衝突危険度判定手段25、圧力検出器28、システム制御手段26、圧力設定器27、及び圧力制御器29により、リニアコンプレッサ制御部110aが構成されている。

【0057】以下、リニアコンプレッサ制御部110aの各部の具体的な構成について説明する。上記システム制御手段26は、具体的には、衝突危険度判定手段25からの衝突危険度情報に基づいて、ピストンとシリンダとの衝突が回避されるよう、リニアコンプレッサ1の吐出圧（高圧側）と吸入圧（低圧側）の圧力差の増大によりトップクリアランスを増大させる制御信号Scを、上記圧力設定器27へ出力するものとなっている。

【0058】上記位置検出手段23としては、作動トランス、ギャップセンサ、あるいはレーザ変位計などの位置センサが一般に使用される。この位置センサには、ピストン位置をピストンの全ストロークにわたってモニタするものや、ピストン往復動における予め定められた特定位置に対応するピストン位置と、シリンダの所定部位との距離を測定するものを用いてもよい。特定位置のピストン位置とシリンダの所定部位との距離を測定する場合には、ピストン位置情報としてその分解能の高いものが得られる。また、上記位置検出手段23としては、リニアコンプレッサ1に入力する電流や電圧などを用いて、ピストン位置を算出する方法を用いたものでもよい。

【0059】上死点算出手段24にて上死点位置を算出する具体的方法としては、ある一定のサンプリング時間毎に、ピストン位置情報を位置検出手段23より取得し、取得したピストン位置情報の微分値がゼロになるピストン位置から上死点位置を求めるという方法がある。

【0060】また、ピストン往復動の周波数がリニアコンプレッサ1に入力される駆動電流の周波数と等しいことを利用して、上記上死点位置を駆動電流から検出する方法もある。具体的には、駆動電流に基づいて、駆動電流のゼロクロスタイミングを取得し、該ゼロクロスタイミングから、駆動電流の振幅が最大となるタイミングを算出し、そのタイミングに相当するピストン位置を上死点位置として採用する。なお、ピストン往復運動の周波数が上記支持ばね5.1（図6参照）の共振周波数と一致している場合、往復運動するピストンの位相と、駆動電流の位相とは1/4周期ずれているので、ピストンが上死点に位置するタイミングは、駆動電流の振幅が最大となるタイミングより1/4周期ずれたタイミングとして

求められる。

【0061】さらに、リニアコンプレッサ1を構成するリニアモータ52（図6参照）のドライバの動作アルゴリズムとして、リニアモータを支持ばね51（図6参照）の共振周波数で駆動するアルゴリズムを使用している場合、リニアモータに入力する駆動電流の位相がピストンの位相に対して90度ずれていることから、入力する駆動電流のゼロクロスタイミングから直接ピストンの上死点位置を示す情報を取得するという方法もある。

【0062】ただし、上述した手法では、上死点位置情報と下死点位置情報が交互に取得されるため、上死点情報のみを選択する方法が必要である。この上死点情報のみを選択する方法としては、上死点が下死点よりシリンダヘッドに近い位置であることから、連続する2つの位置情報のうち、よりシリンダヘッドに近い位置情報を採用するという方法がある。また、その他の上死点位置の選択方法としては、上死点はピストンがシリンダヘッドに接近してから離れていくピストン位置である点、及びリニアコンプレッサ1内部の支持ばね51（図6参照）の剛性のため、ピストンが上死点位置に接近する場合と、ピストンが上死点位置から遠ざかる場合とで、同じ位置でも単位時間当たりのピストン変位量（ピストン速度）が異なる点を利用するものがある。この方法では、上記ピストン速度の違いにより上死点と下死点が区別され、ピストンの上死点位置が選択される。

【0063】上記衝突危険度判定手段25では、具体的には、ピストン上死点が予め定められた限界上死点位置を超えた場合、衝突危険性があると判定される。

【0064】次に動作について説明する。まず、冷凍サイクル装置の熱交換動作について説明する。この実施の形態1の冷凍サイクル装置110では、リニアコンプレッサ1にはモータドライバ（図示せず）から駆動電流として、周波数及び振幅が一定である正弦波電流が供給され、該正弦波電流によりリニアコンプレッサ1のリニアモータ（図6参照）が駆動される。リニアコンプレッサ1の運転時には、そのシリンダ内でピストンがリニアモータにより往復運動し、圧縮冷媒ガスが生成される。

【0065】冷房運転時には、生成された圧縮冷媒ガスは配管30aを通過して熱源側熱交換器21に流れ込み、熱源側熱交換器21にて凝縮する。この際発生した凝縮熱は熱源側熱交換器21により大気中に放出される。そして、冷媒ガスの凝縮により生じた冷媒液は、配管31a及びその一部に設置された膨張弁4を通過して負荷側熱交換器22に流れ込み、負荷側熱交換器22にて蒸発する。この蒸発の際には、負荷側熱交換器22での周辺空気と冷媒との間での熱交換により、周辺空気から蒸発熱が奪われ、周辺空気の温度が低下する。また、冷媒液の蒸発により生じた冷媒ガスは、配管30bを通過してリニアコンプレッサ1へ戻る。このように冷房運転時には、リニアコンプレッサ1にて生成された圧縮冷媒ガスは、

熱源側熱交換器21、膨張弁4、負荷側熱交換器22をこの順序で経由してリニアコンプレッサ1に戻る。

【0066】一方、暖房運転時には、リニアコンプレッサ1にて生成された圧縮冷媒ガスは、冷房運転時とは逆に、負荷側熱交換器22、膨張弁4、熱源側熱交換器21をこの順序で経由してリニアコンプレッサ1に戻る。

【0067】つまり、生成された圧縮冷媒ガスは配管30bを通過して負荷側熱交換器22に流れ込み、負荷側熱交換器22にて凝縮する。この凝縮の際には、負荷側熱交換器22での周辺空気と冷媒との間での熱交換により凝縮熱が放出され、周辺空気の温度が上昇する。そして、冷媒ガスの凝縮により生じた冷媒液は、配管31及びその一部に設置された膨張弁4を通過して熱源側熱交換器21に流れ込み、熱源側熱交換器21にて蒸発する。この際、冷媒は大気から蒸発熱を受け取る。また、冷媒液の蒸発により生じた冷媒ガスは、配管30aを通過してリニアコンプレッサ1へ戻る。

【0068】次に、冷凍サイクル装置110を構成するリニアコンプレッサ1の制御動作について説明する。冷凍サイクル装置110の運転時には、位置センサ23により、リニアコンプレッサ1におけるピストン圧縮面とシリンダ上部内壁面の相対距離（つまりトップクリアランスの大きさ）の測定が行われており、また、圧力検出器28により、上記各熱交換器21、22及びリニアコンプレッサ1の少なくとも1つにおける冷媒ガスの圧力が測定されている。

【0069】そして、上死点算出手段24では、上記位置センサ23から相対距離を示す情報（相対距離情報）として出力されるピストン位置情報P1に基づいて、ピストンの上死点が算出され、上死点を示す情報（上死点情報）Udが衝突危険度判定手段25に出力される。この衝突危険度判定手段25では、上死点情報Udに基づいて、ピストンがシリンダに衝突する可能性が衝突危険度として判定され、衝突危険度を示す情報（衝突危険度情報）Cdがシステム制御手段26に出力される。システム制御手段26では、衝突危険度情報Cdに応じた制御信号Scが圧力設定器27に出力される。圧力設定器27では、制御信号Scに基づいて、各熱交換器21、22及びリニアコンプレッサ1の少なくとも1つにおける冷媒ガスの目標圧力値が設定される。

【0070】さらに、圧力制御器29では、圧力設定器27にて設定された冷媒ガスの目標圧力値、及び圧力検出器28により検出された実測圧力値に基づいて、実測圧力値と目標圧力値との差分値が小さくなるよう、各熱交換器21、22及び膨張弁4の少なくとも1つに対して制御信号Fcが出力される。

【0071】以下具体的に、圧力制御器29の動作について説明する。まず、熱源側熱交換器21が凝縮器として、負荷側熱交換器22が蒸発器として働く冷房運転の場合について説明する。この場合、高圧側の冷媒ガスの

圧力を目標圧力値まで上昇させるときには、凝縮器として働く熱源側熱交換器21の熱交換量を減少させる熱交換量減少制御、膨張弁3の開度を減少させる弁開度減少制御、あるいは熱交換量減少制御及び弁開度減少制御の両方が行われる。逆に、高圧側の冷媒ガスの圧力を目標圧力値まで減少させるときには、凝縮器として働く熱源側熱交換器21の熱交換量を増加させる熱交換量増加制御、膨張弁3の開度を増加させる弁開度増加制御、もしくは熱交換量増加制御及び弁開度増加制御の両方が行われる。

【0072】一方、冷媒ガスの低圧側圧力を目標圧力値まで増加させるときには、蒸発器として働く負荷側熱交換器22の熱交換量を増加させる熱交換量増加制御、膨張弁3の開度を増加させる弁開度増加制御、もしくは熱交換量増加制御及び弁開度増加制御の両方が行われる。逆に、冷媒ガスの低圧側圧力を目標圧力値まで減少させるときには、蒸発器として働く負荷側熱交換器22の熱交換量を減少させる熱交換量減少制御、膨張弁3の開度を減少させる弁開度減少制御、もしくは熱交換量減少制御及び弁開度減少制御の両方が行われる。

【0073】次に、冷房運転時とは逆に、熱源側熱交換器21が蒸発器として、負荷側熱交換器22が凝縮器として働く暖房運転の場合における圧力制御器29の動作について説明する。

【0074】この場合、冷媒ガスの高圧側圧力を目標圧力値まで上昇させるときには、負荷側熱交換器22の熱交換量を減少させる熱交換量減少制御、もしくは膨張弁3の開度を減少させる弁開度減少制御、もしくは熱交換量減少制御及び弁開度減少制御の両方が行われる。冷媒ガスの高圧側圧力を目標圧力値まで減少させるときには、負荷側熱交換器22の熱交換量を増加させる熱交換量増加制御、膨張弁3の開度を増加させる弁開度増加制御、もしくは熱交換量増加制御及び弁開度増加制御の両方が行われる。

【0075】一方、冷媒ガスの低圧側圧力を目標圧力値まで増加させるときには、熱源側熱交換器21の熱交換量を増加させる熱交換量増加制御、もしくは膨張弁3の開度を増加させる弁開度増加制御、もしくは熱交換量増加制御及び弁開度増加制御の両方が行われる。冷媒ガスの低圧側圧力を目標圧力値まで減少させるときには、熱源側熱交換器21の熱交換量を減少させる熱交換量減少制御、もしくは膨張弁3の開度を減少させる弁開度減少制御、もしくは熱交換量減少制御及び弁開度減少制御の両方が行われる。

【0076】ここで、空気調和機の操作によりリニアコンプレッサ1に入力される駆動電流が変化するとき、あるいは気温の変化により各熱交換器にかかる負荷が変化するとき、リニアコンプレッサ1に吸入される冷媒ガスの圧力（以下、吸入圧と呼ぶ）と、リニアコンプレッサ1から吐出される冷媒ガスの圧力（以下、吐出圧と呼ぶ）の圧力差が小さくなると、ピストンストロークの変動やピストン往復運動の中心位置の変動により、衝突危険度が增大することとなる。

ぶ）の圧力差が小さくなると、ピストンストロークの変動やピストン往復運動の中心位置の変動により、衝突危険度が增大することとなる。

【0077】この場合には、ピストン上死点がシリンダ上部内面から遠ざかるよう、上記圧力差を増大させるための制御が行われる。つまり、この場合には、暖房運転時及び冷房運転時に拘わらず、熱源側熱交換器21における熱交換量を減少させる制御、膨張弁4の開度を減少させる制御、及び負荷側熱交換器22における熱交換量を減少させる制御の少なくとも一つが行われる。これにより、リニアコンプレッサ1のトップクリアランスが広がり、ピストンとシリンダとの衝突が回避される。

【0078】このように本実施の形態1の冷凍サイクル装置110では、ピストン上死点情報Udに基づいて、ピストンがシリンダに衝突する確率を衝突危険度として検出し、この衝突危険度に基づいて、熱源側熱交換器21、負荷側熱交換器22における熱交換量、及び膨張弁の弁開度の少なくとも1つを調整して、リニアコンプレッサ1における吸入圧と吐出圧との圧力差を、リニアコンプレッサ1のトップクリアランスが増大するように変化させるようにしたので、ピストン上死点が、ピストンがシリンダに衝突する衝突位置に近づき、ピストン衝突の危険度が増大したときには、リニアコンプレッサ1の駆動電流を低減させることなく、ピストン衝突を回避することができる。つまり、ピストン衝突回避を、冷房能力あるいは暖房能力の低減を招くことなく行うことができる。

【0079】また、実施の形態1では、ピストン上死点情報を用いて、ピストン衝突が回避されるようリニアコンプレッサ1のトップクリアランスを制御するので、ピストン衝突回避のための制御を高速にしかも安定して行うことができる。

【0080】さらに、実施の形態1では、衝突危険度情報に基づいて、各熱交換器21、22などにおける冷媒ガスの目標圧力値を設定し、圧力設定器27にて設定された冷媒ガスの目標圧力値、及び圧力検出器28により検出された実測圧力値に基づいて、実測圧力値と目標圧力値との差分値が小さくなるよう、熱交換器の熱交換量や膨張弁の開度を制御するので、空気調和機の動作時における最適な圧力条件を考慮して、設定される目標圧力値を適正な圧力範囲内に制限することができる。つまり、ピストン衝突回避のための制御を、空気調和機として効率のよい運転状態を維持しつつ行うことができる。

【0081】なお、上記実施の形態1では、衝突危険度判定手段25は、ピストン位置情報に基づいて算出されたピストン上死点が、予め定められた限界上死点位置を越えたとき、衝突危険度があると判定するものとなっているが、衝突危険度判定手段25は、ピストン上死点が、予め定められた限界上死点位置を越えた場合、ピストン上死点と限界上死点位置との間の距離に応じて、衝

衝突危険度の大きさを判定するようにしてもよい。

【0082】このような構成の衝突危険度判定手段25では、算出された上死点位置が、設定された限界上死点位置を大きく上回った場合、この場合の衝突危険度が非常に大きいものと判定される。また、算出された上死点位置が設定された限界上死点位置をわずかに上回った場合には、衝突危険度が少し高いと判定される。さらに、算出された上死点位置が、設定された限界上死点位置に達しない場合、衝突危険度は全くないと判定される。

【0083】具体的には、シリンダの軸線方向に沿って、少なくとも2つ以上の限界上死点位置が設定され、シリンダの軸線方向に沿って、上記複数の限界上死点位置により区分された危険度評価領域が複数設定される。そして、各ピストン上死点がいずれの危険度評価領域内に位置するかによって、衝突危険度の確率が判定される。

【0084】図2は、上記ピストン上死点位置と衝突危険度とを対応付ける判定関数の一例を説明するための図である。図2では、ピストン上死点を横軸に、衝突危険度の大きさ（衝突の確率）を縦軸に示し、衝突危険度判定位置として、ピストンがシリンダヘッドと衝突する衝突位置を原点として、ピストンのストローク方向に沿って、4つの判定位置 $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$  ( $x_1 > x_2 > x_3 > x_4$ ) が設定されている。

【0085】衝突危険度の大きさは、図2に示す関数によって以下のように求められる。上死点算出手段24により求められた上死点位置が、判定位置 $x_1$ は超えているが判定位置 $x_2$ は超えていない場合、衝突危険度としての確率は25%であると判定される。同様に、上死点位置が判定位置 $x_1$ 以下であった場合、判定位置 $x_2$ と $x_3$ の間にある場合、判定位置 $x_3$ と $x_4$ の間にある場合、判定位置 $x_4$ 以上である場合は、それぞれ衝突危険度としての確率は0%、50%、75%、100%であると判定される。

【0086】なお、上記図2に示す衝突危険度の判定例では、4箇所の判定位置を設定しているが、この判定位置は4箇所に限らない。この予め設定する判定位置は多ければ多いほど、ピストン衝突を回避するための制御を細やかなものとすることができる。

【0087】また、図2に示す衝突危険度の判定例では、衝突危険度が、ピストン上死点位置がピストン衝突位置に近づくにつれて段階的に変化する関数（つまり連続ではあるが微分不可能な関数）を示しているが、ピストン上死点位置と衝突危険度との対応関係を示す関数は、ピストン上死点位置がピストン衝突位置に近づくにつれて段階的ではなく滑らかに変化する関数（つまり微分可能な関数）であってもよい。

【0088】このように、ピストン上死点とシリンダヘッドとの間隔（トップクリアランス）の大きさに応じて、熱交換量などの制御量が決定されることとなり、ピ

ストン衝突回避のための制御を細やかに行うことができる。

【0089】また、上記実施の形態1では、衝突危険度判定手段25は、上死点位置情報に基づいて衝突危険度を判定するものとしているが、上記衝突危険度判定手段25は、上死点位置情報によらずに、位置検出手段23からのピストン位置信号に基づいて、衝突危険度を判定するものとしてもよい。具体的には、衝突危険度判定手段25では、位置検出手段23からのピストン位置情報に基づいて、ピストンの予め定められた基準部位が、定められた限界位置よりシリンダヘッド側に近づいたことが検出されたとき、衝突の危険度が高いと判定する方法が考えられる。この場合は、上死点位置を導出する処理が省略されることとなり、ピストンがシリンダに衝突する危険度がある状態を簡単に検出することができる。

【0090】また、上記衝突危険度判定手段25は、ピストン上死点位置やピストン基準部位の位置に基づいて衝突危険度を判定するものに限らず、定められた判定位置を通過するピストンの速度に基づいて衝突危険度を判定するものであってもよい。この場合、ピストンの速度は、位置情報のサンプリングにより得られる離散データに基づいて算出する。具体的な方法としては、最近のサンプリングにより得られたピストン位置と、その前のサンプリングにより得られたピストン位置との間隔を、サンプリング周期で除算して、単位時間当たりにピストンが移動する距離（つまり現時点でのピストン速度）を算出する方法がある。

【0091】このようにピストン速度に基づいて衝突危険度を判定する場合には、単に衝突の危険性が判定されるだけでなく、衝突危険度が高いと判定された時点から実際にピストンがシリンダに衝突するまでの時間を推定できる。このため、ピストン速度が速い場合には、衝突危険度の判定時点から実際にピストンが衝突するまでの時間が短いと考えられることから、ピストン衝突回避のための制御を応答性のよいものとして、ピストンの衝突をより確実に回避することができる。

【0092】例えば、冷凍サイクルの異常時にはピストン速度が急激に速くなることがあり、このような場合には、ピストン速度に基づいた衝突危険度の判定により、応答性よいピストン衝突回避のための制御を行うことができる。

【0093】さらに、上記実施の形態1では、冷凍サイクル装置として、システム制御手段26からの制御信号に基づいて圧力設定器27にて各熱交換器及びリニアコンプレッサ1における冷媒ガスの目標圧力値を設定し、圧力設定器27からの目標圧力値及び圧力検出器28からの実測圧力値に基づいて、圧力制御器29が、各熱交換器における熱交換量及び膨張弁の弁開度の少なくとも1つを制御するものを示したが、システム制御手段26からの制御信号により、熱源側熱交換器21及び負荷側

熱交換器 22 における熱交換量及び膨張弁 3 の弁開度の少なくとも 1 つを直接制御するようにしてもよい。この場合は、圧力設定器 27、圧力検出器 28、及び圧力制御器 29 は不要となる。

【0094】具体的には、衝突危険度判定手段 25 にて、衝突危険性が高いと判定された場合、システム制御手段 26 は、熱源側熱交換器、負荷側熱交換器各熱交換器、及び膨張弁の少なくとも 1 つを、冷媒ガス的高圧側圧力と冷媒ガスの低圧側圧力の圧力差が大きくなるよう制御する。つまり暖房運転時、冷房運転時にかかわらず、熱源側熱交換器 21 の熱交換量を減少させる制御、膨張弁 3 の開度を減少させる制御、及び負荷側熱交換器 22 の熱交換量を減少させる制御のうちの少なくともひとつの制御が行われる。

【0095】また、上記実施の形態 1 では、冷凍サイクル装置として、衝突危険度判定手段 25 にてピストン衝突危険度が高いと判定されたとき、システム制御手段 26 により、各熱交換器の熱交換量あるいは膨張弁の弁開度を、ピストンとシリンダの隙間（トップクリアランス）が広がるよう制御するものを示したが、上記冷凍サイクル装置は、このようなピストン衝突危険度が高い場合の制御を行うだけでなく、ピストン上死点が限界上死点位置まで到達していない場合には、衝突危険度判定手段 25 が、その時点でのピストン上死点が限界上死点位置に到達していないという判定情報をシステム制御手段 26 に出だし、システム制御手段 26 が、トップクリアランスが一定値になるよう各熱交換器の熱交換量あるいは膨張弁の弁開度を制御するものであってもよい。

【0096】この場合、リニアコンプレッサ 1 ではトップクリアランスが小さいほど高い体積効率を得られることから、上記のようにトップクリアランスが限界上死点位置を越えない程度に小さくなるようにピストン上死点を制御することにより、常に最高効率でリニアコンプレッサを駆動することが可能となる。

【0097】さらに、上記実施の形態 1 では、システム制御手段として、各熱交換器の熱交換量あるいは膨張弁の弁開度を、ピストンとシリンダの隙間（トップクリアランス）が広がるよう制御するものを示したが、上記システム制御手段は、各熱交換器の熱交換量あるいは膨張弁の弁開度だけでなく、リニアコンプレッサ 1 に供給するリニアモータの駆動電流を、これが衝突危険度情報が示す衝突危険度の増大に応じて減少するよう制御するものであってもよい。

【0098】この場合、上記システム制御手段によるピストン衝突回避のための制御をより応答性の良いものとする。つまり、上記実施の形態 1 におけるピストン衝突回避のための制御のように、各熱交換器の熱交換量あるいは膨張弁の弁開度を制御対象とするものでは、その応答性は、負荷側熱交換器として装備されているシステムの構成によるところがあり、十分な応答性が得られな

い場合もある。

【0099】このような場合には、リニアコンプレッサ 1 に供給するリニアモータの駆動電流を制御対象とするピストン衝突回避のための制御（第 2 の制御）を、上記各熱交換器の熱交換量あるいは膨張弁の弁開度を制御対象とする制御（第 1 の制御）とともに行うことにより、その応答速度を高めることができる。しかも、この場合、駆動電流を制御対象とする第 2 の制御における弊害、つまりリニアモータの駆動電流の低減によりピストンの振幅が小さくなってリニアコンプレッサの圧力差が低下し、これによってピストンの振動の中心位置がシリンダ側に移ってピストン衝突の可能性が再度増大するという現象は、各熱交換器の熱交換量あるいは膨張弁の弁開度を制御対象とする第 1 の制御により抑制されることとなる。

【0100】（実施の形態 2）図 3 は本発明の実施の形態 2 による冷凍サイクル装置を説明するための図である。この実施の形態 2 の冷凍サイクル装置 120 は、上記実施の形態 1 の冷凍サイクル装置 110 における、冷媒ガスの圧力に基づいてピストン衝突回避のための制御を行うリニアコンプレッサ制御部 110a に代えて、冷媒ガスの温度に基づいてピストン衝突回避のための制御を行うリニアコンプレッサ制御部 120a を備えたものである。

【0101】上記リニアコンプレッサ制御部 120a は、実施の形態 1 のリニアコンプレッサ制御部 110a と同様、リニアコンプレッサ 1 における位置検出器 23 からのピストン位置情報 Pi に基づいてピストンの上死点位置を算出し、上死点位置を示す情報 Ud を出力する上死点算出手段 24 と、上死点位置情報 Ud に基づいてピストンとシリンダの衝突の危険度を判定し、該危険度を示す情報（危険度情報）Cd を出力する衝突危険度判定手段 25 と、衝突危険度情報 Cd に応じた制御信号 Sc を出力するシステム制御手段 26 とを有している。

【0102】そして、上記リニアコンプレッサ制御部 120a は、上記リニアコンプレッサ制御部 110a における圧力検出器 28 に代えて、リニアコンプレッサ 1 から吐出された吐出冷媒ガスの温度、リニアコンプレッサ 1 に吸入される吸入冷媒ガスの温度、熱源側熱交換器 21 の内部における熱源側冷媒ガスの温度、負荷側熱交換器 22 の内部における負荷側冷媒ガスの温度のうちの少なくとも 1 つの温度値を、設定対象として検出し、検出温度情報 Td を出力する圧力検出器 32 を有している。

【0103】また、上記リニアコンプレッサ制御部 120a は、上記リニアコンプレッサ制御部 110a における圧力設定器 27 及び圧力制御器 29 に代えて、システム制御手段 26 からの制御信号 Sc に基づいて上記設定対象となっている温度の値を設定し、設定温度値情報 Ps を出力する温度設定器 34 と、設定温度値情報 Ts と検出温度値情報 Td に基づいて、検出温度値が設定温度

値に近づくと、上記熱源側熱交換器 21 における熱交換量、負荷側熱交換器 22 における熱交換量、及び膨張弁 4 の弁開度の少なくとも 1 つを制御対象として制御する温度制御器 33 とを有している。そしてこの実施の形態 2 におけるその他の構成は、実施の形態 1 におけるものと同一である。

【0104】次に動作について説明する。なお、この冷凍サイクル装置 120 における、リニアコンプレッサ制御部 120a 以外の動作は、実施の形態 1 の全く同一である。冷凍サイクル装置 120 の運転時には、位置センサ 23 によりトップクリアランスの大きさとしてピストン位置が測定されており、また、温度検出器 32 により、上記各熱交換器 21、22 及びリニアコンプレッサ 1 の少なくとも 1 つにおける冷媒ガスの圧力が測定されている。

【0105】そして、上死点算出手段 24 では、上記位置センサ 23 からのピストン位置情報 P1 に基づいて、ピストンの上死点が算出され、上死点情報 Ud が衝突危険度判定手段 25 に出力される。この衝突危険度判定手段 25 では、上死点情報 Ud に基づいて、ピストンがシリンダに衝突する可能性が衝突危険度として判定され、衝突危険度情報 Cd がシステム制御手段 26 に出力される。すると、システム制御手段 26 では、衝突危険度情報 Cd に応じた制御信号 Sc が温度設定器 34 に出力される。温度設定器 34 では、制御信号 Sc に基づいて、各熱交換器 21、22 及びリニアコンプレッサ 1 の少なくとも 1 つにおける冷媒ガスの目標温度値が設定される。

【0106】また、温度制御器 33 では、温度設定器 34 にて設定された冷媒ガスの目標圧力値、及び温度検出器 32 により検出された実測温度値に基づいて、実測温度値と目標温度値との差分値が小さくなるよう、各熱交換器 21、22 及び膨張弁 4 のすくなくとも 1 つに対して制御信号 Fc が出力される。

【0107】以下具体的に、温度制御器 33 の動作について説明する。まず、熱源側熱交換器 21 が凝縮器として、負荷側熱交換器 22 が蒸発器として働く冷房運転の場合について説明する。この場合、高圧側の冷媒ガスの温度を目標温度値まで上昇させるときには、凝縮器として働く熱源側熱交換器 21 の熱交換量を減少させる熱交換量減少制御、膨張弁 3 の開度を減少させる弁開度減少制御、あるいは熱交換量減少制御及び弁開度減少制御の両方が行われる。逆に、高圧側の冷媒ガスの温度を目標温度値まで減少させるときには、凝縮器として働く熱源側熱交換器 21 の熱交換量を増加させる熱交換量増加制御、膨張弁 3 の開度を増加させる弁開度増加制御、もしくは熱交換量増加制御及び弁開度増加制御の両方が行われる。

【0108】一方、冷媒ガスの低圧側温度を目標温度値まで増加させるときには、蒸発器として働く負荷側熱交

換器 22 の熱交換量を増加させる熱交換量増加制御、膨張弁 3 の開度を増加させる弁開度増加制御、もしくは熱交換量増加制御及び弁開度増加制御の両方が行われる。逆に、冷媒ガスの低圧側温度を目標温度値まで減少させるときには、蒸発器として働く負荷側熱交換器 22 の熱交換量を減少させる熱交換量減少制御、膨張弁 3 の開度を減少させる弁開度減少制御、もしくは熱交換量減少制御及び弁開度減少制御の両方が行われる。

【0109】次に、冷房運転時とは逆に熱源側熱交換器 21 が蒸発器として、負荷側熱交換器 22 が凝縮器として働く暖房運転時の場合について温度制御器 33 の動作を説明する。

【0110】この場合、冷媒ガスの高圧側温度を目標温度値まで上昇させるときには、負荷側熱交換器 22 の熱交換量を減少させる熱交換量減少制御、膨張弁 3 の開度を減少させる弁開度減少制御、もしくは熱交換量減少制御及び弁開度減少制御の両方が行われる。逆に、冷媒ガスの低圧側温度を目標温度値まで減少させるときには、負荷側熱交換器 22 の熱交換量を増加させる熱交換量増加制御、膨張弁 3 の開度を増加させる弁開度増加制御、もしくは熱交換量増加制御及び弁開度増加制御の両方が行われる。

【0111】一方、冷媒ガスの低圧側温度を目標温度値まで増加させるときには、熱源側熱交換器 21 の熱交換量を増加させる熱交換量増加制御、もしくは膨張弁 3 の開度を増加させる弁開度増加制御、もしくは熱交換量増加制御及び弁開度増加制御の両方が行われる。逆に、冷媒ガスの低圧側温度を目標温度値まで減少させるときには、熱源側熱交換器 21 の熱交換量を減少させる熱交換量減少制御、膨張弁 3 の開度を減少させる弁開度減少制御、もしくは熱交換量減少制御及び弁開度減少制御の両方が行われる。

【0112】ここで、空気調和機の操作によりリニアコンプレッサ 1 に入力される駆動電流が変化したとき、あるいは気温の変化により各熱交換器にかかる負荷が変化したとき、リニアコンプレッサ 1 の吸入する冷媒ガスの温度（以下、吸入冷媒温度と呼ぶ）と、リニアコンプレッサ 1 から吐出される冷媒ガスの温度（以下、吐出冷媒温度と呼ぶ）の温度差が小さくなると、ピストンストロークの変動やピストン往復運動の中心位置の変動により、衝突危険度が増大することとなる。

【0113】この場合には、ピストン上死点がシリンダ上部内面から遠ざかるよう、上記温度差を増大させるための制御が行われる。つまり、この場合には、暖房運転時及び冷房運転時に拘わらず、熱源側熱交換器における熱交換量を減少させる制御、膨張弁の開度を減少させる制御、及び負荷側熱交換器における熱交換量を減少させる制御の少なくとも一つが行われる。これにより、リニアコンプレッサ 1 のトップクリアランスが広がり、ピストンとシリンダとの衝突が回避される。



【0114】このように本実施の形態2の冷凍サイクル装置120では、ピストン上死点情報に基づいて、ピストンがシリンダに衝突する確率を衝突危険度として検出し、この衝突危険度に基づいて、熱源側熱交換器21及び負荷側熱交換器22における熱交換量、並びに膨張弁4の弁開度の少なくとも1つを調整して、リニアコンプレッサ1における吸入冷媒温度と吐出冷媒温度との差分値である温度差を変化させるようにしたので、ピストン上死点が、ピストンがシリンダに衝突する衝突位置に近づき、ピストン衝突の危険度が增大したときには、リニアコンプレッサ1の駆動電流を低減させることなく、ピストン衝突を回避することができる。つまり、ピストン衝突回避を、冷房能力あるいは暖房能力の低減を招くことなく行うことができる。

【0115】また、ピストン上死点情報を用いて、ピストン衝突回避のためのリニアコンプレッサ1のトップクリアランスを制御するので、ピストン衝突回避のための制御を高速にしかも安定して行うことができる。

【0116】さらに、この実施の形態2では、リニアコンプレッサ1のトップクリアランスを、冷媒の温度に基づいて調整しているので、冷媒の過熱度や過冷却度を適正範囲に保持される空気調和機の快適運転の下での、ピストン衝突回避のための冷凍サイクルの制御を簡単なものとできる。言いかえると、空気調和機の利用者が望む快適な温度制御をなるべく損なうことなく、ピストン衝突回避のための冷凍サイクルの制御を行うことができる。

【0117】なお、上記実施の形態2では、冷媒ガスの温度に基づいてピストン衝突回避のための冷凍サイクルの制御を行っているが、冷媒液の温度に基づいてピストン衝突回避のための冷凍サイクルの制御を行ってもよい。

【0118】（実施の形態3）図4は本発明の実施の形態3による冷凍サイクル装置を説明するためのブロック図であり、該冷凍サイクル装置を構成するシステム制御手段の構成を示している。

【0119】この実施の形態3の冷凍サイクル装置は、実施の形態1の冷凍サイクル装置110におけるシステム制御手段26に代えて、ピストン衝突が確実に回避されるよう熱交換量または膨張弁開度の少なくとも一方を制御する異常防止制御と、冷暖房運転を、冷媒ガスの圧力が適正範囲に保たれかつ過熱及び過冷却が発生しないよう制御する通常運転用制御とを、衝突危険度に応じたバランスでもって行うシステム制御手段60を備えたものである。

【0120】以下、上記システム制御手段60が膨張弁4の開度を制御するものであるとしてその構成について詳述する。システム制御手段60は、衝突危険度情報Cdに応じて膨張弁4の開度を制御する衝突防止運転用制御部61と、冷媒ガスの圧力が適正範囲に保たれかつ過

熱及び過冷却が発生しないよう膨張弁の開度を制御する通常運転用制御部62と、異常防止制御による制御量V<sub>e</sub>、通常運転制御による制御量V<sub>n</sub>、及び衝突危険度情報Cdに基づいて、膨張弁4に対する制御量V<sub>b</sub>を決定する膨張弁操作量決定器63とを有している。

【0121】ここで、上記衝突防止運転用制御部61は、膨張弁4の開度のみを制御する点で実施の形態1のシステム制御手段26と異なっており、ピストン衝突を確実に回避するための膨張弁4の開度を示す制御量S<sub>oe</sub>を出力するものとなっている。また、通常運転用制御部62は、空調の対象となる部屋の温度及び湿度、また利用者により設定される空調目標温度等に基づいて、冷媒ガスの圧力が適正範囲に保たれた、その過熱及び過冷却が発生しない快適な空調運転が行われるよう、最適な膨張弁4の開度を示す制御量S<sub>on</sub>を出力するものとなっている。

【0122】また、膨張弁操作量決定器63は、危険度判定手段25から与えられる危険度情報Cdの値を係数値 $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) として、下記の式(1)で示すファジ関数により、膨張弁4の開度を調整する弁開度制御量V<sub>b</sub>を決定するものとなっている。

$$V_b = V_e \times \alpha + V_n \times (1 - \alpha) \quad \dots (1)$$

【0123】膨張弁4は、この制御量V<sub>b</sub>に応じた開度に設定される。そしてこの実施の形態3のその他の構成は実施の形態1におけるものと同一である。

【0124】次に動作について説明する。この実施の形態3の動作は、膨張弁4の操作量を上記関係式(1)に基づいて決定する点以外は、実施の形態1と同一であるので、以下、膨張弁4の操作量を決定する動作について説明する。

【0125】衝突危険度判定手段25では、実施の形態1と同様にして算出されたピストン上死点情報U<sub>d</sub>に基づいて、衝突危険度を示す情報Cdが、衝突の可能性が大きいほどその値が大きくなるように決定される。この情報V<sub>cd</sub>の値はここでは上記係数値 $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) となっている。

【0126】衝突防止運転用制御器61では、衝突危険度判定手段25からの衝突危険度情報Cdに基づいてピストン衝突が確実に回避されるよう膨張弁4の操作量（第1の操作量）V<sub>e</sub>が決定され、第1の操作量V<sub>e</sub>を示す情報S<sub>oe</sub>が出力される。

【0127】また、通常運転用制御器62では冷媒ガスの圧力や過熱度、過冷却度が適正に保たれるよう膨張弁4の操作量（第2の操作量）V<sub>n</sub>が決定され、第2の操作量V<sub>n</sub>を示す情報S<sub>on</sub>が出力される。

【0128】膨張弁操作量決定器63では、上記関係式(1)により、膨張弁4の第3の操作量V<sub>b</sub>が決定される。つまり、膨張弁4の第3の操作量V<sub>b</sub>は、衝突防止運転用制御器61からの操作量V<sub>e</sub>に衝突危険度Cdの値を係数 $\alpha$ として乗じて得られる値と、通常運転用制御



器62からの操作量 $V_n$ に、1から係数 $\alpha$ を減じて得られる値を乗じて得られる値と、の加算値として求められる。そして、膨張弁4では、上記第3の操作量 $V_b$ に応じてその開度が調整される。

【0129】このように本実施の形態3では、ピストン衝突が確実に回避されるための、膨張弁開度に対する第1の制御量 $V_b$ を決定する衝突防止運転用制御部61と、冷媒ガスの圧力、過熱度及び過冷却度を適正範囲に保持するための、膨張弁開度に対する第2の制御量 $V_n$ を決定する通常運転用制御部62と、衝突危険度に応じて第1及び第2の制御量を重み付け平均して得られる第3の操作量 $V_b$ を決定する膨張弁操作量決定器63とを備えたので、ピストンの衝突危険度が小さいときには、冷媒ガスの圧力、過熱度及び過冷却度を比較的適正な範囲に設定した状態で冷凍サイクル装置の運転を行うことができ、ピストンの衝突危険度が大きいときには、ピストンの衝突回避を優先して、冷凍サイクル装置の運転を行うことができる。

【0130】なお、上記実施の形態3では、異常回避のための制御量（第1の制御量）と通常運転のための制御量（第2の制御量）との重み付け平均により得られる制御量（第3の制御量）として、膨張弁開度を調整する制御量を求めるものを示したが、第3の制御量として、熱源側熱交換器21や負荷側熱交換器22の熱交換量を調整する制御量を決定するようにしてもよい。

【0131】さらに上記各実施の形態では、熱交換器や膨張弁の制御として、検出されたピストンの位置あるいは速度に対応する制御量を一義的に決定するオープンループ制御を示したが、上記熱交換器や膨張弁の制御は、検出されたピストンの位置あるいは速度に基づいて、熱交換器や膨張弁に対する制御量を逐次決定するフィードバック制御でもよい。

【0132】

【発明の効果】以上のようにこの発明（請求項1）に係る冷凍サイクル装置によれば、リニアコンプレッサのシリンダ内で往復動するピストンの位置を検出する位置検出手段と、検出されたピストン位置に基づいて上記ピストンがシリンダに衝突する危険度を判定する衝突危険度判定手段と、熱源側熱交換器（第1の熱交換器）での熱交換量、負荷側熱交換器（第2の熱交換器）での熱交換量、及び循環する冷媒の流れを制限する絞り弁の弁開度のうちの少なくともひとつを制御対象とし、判定された衝突危険度に応じて、上記リニアコンプレッサのトップクリアランスが広がるよう、上記制御対象を制御するシステム制御手段とを備えたので、冷凍サイクル装置の定常的な運転状態が変動した場合、つまり熱源側熱交換器や負荷側熱交換器の周囲温度の変化や目標温度（例えば、空気調和機においては室温の設定温度）の変化が生じた場合には、冷凍サイクル装置の出力、例えば求められる冷房能力や暖房能力を大きく減少させることなく、

リニアコンプレッサにおけるピストンとシリンダの衝突を確実に回避することができる。

【0133】この発明（請求項2）によれば、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記衝突危険度判定手段では、上記ピストン往復動の所定位相に対応するピストン位置が、予め設定された限界位置よりシリンダヘッド側に近づいたとき、上記ピストンがシリンダに衝突する危険性があると判定するので、ピストンがシリンダに衝突する危険性がある場合を簡単に検出できる。

【0134】この発明（請求項3）によれば、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記衝突危険度判定手段では、上記ピストン往復動の所定位相に対応するピストン位置が、予め設定された複数の危険度判定領域のうちのいずれの領域に含まれるかを判定し、上記ピストン位置が含まれる危険度判定領域がシリンダヘッドに近いほど、上記衝突危険度が高いと判定するので、ピストンの衝突危険度を段階的に判定でき、ピストンの衝突回避のための制御をきめこまかく行うことができる。

【0135】この発明（請求項4）によれば、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記位置検出手段では複数のピストン位置情報を検出し、上記衝突危険度判定手段では、該複数のピストン位置情報に基づいて、該ピストンが所定の判定位置を通過するときのピストン速度を求め、該ピストン速度に基づいて上記衝突危険度を判定するので、簡単に衝突危険度を求めることができる。

【0136】この発明（請求項5）によれば、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記ピストン位置情報に基づいて上記ピストンの上死点を示す上死点情報を出力する上死点算出手段を備え、上記衝突危険度判定手段では、該上死点情報を受け、上記ピストンの上死点が、予め設定された限界位置よりシリンダヘッド側に近づいたとき、上記ピストンがシリンダに衝突する危険性があると判定するので、ピストンがシリンダに衝突する危険性がある場合を簡単に検出できるだけでなく、ピストン衝突回避のための制御を高速かつ安定に行うことができる。

【0137】この発明（請求項6）によれば、請求項5記載の冷凍サイクル装置において、上記衝突危険度判定手段では、上記上死点情報に基づいて、上記ピストンの上死点が、予め設定された複数の危険度判定領域のうちのいずれの領域に含まれるかを判定し、上記ピストンの上死点が含まれる危険度判定領域がシリンダヘッドに近いほど、上記衝突危険度が高いと判定するので、ピストン衝突回避のための制御を高速かつ安定に行うことができるだけでなく、ピストンの衝突危険度の段階的な判定により、ピストンの衝突回避のための制御をきめこまかく行うことができる。

【0138】この発明（請求項7）によれば、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記システム制御手

段では、上記ピストン位置情報に基づいて、上記ピストンの上死点が所定の位置に保たれるよう、上記制御対象を制御するので、常に最高効率でリニアコンプレッサを駆動することが可能となる。

【0139】この発明（請求項8）によれば、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記リニアコンプレッサの吸入圧、その吐出圧、第1の熱交換器へ送り込まれたガス状冷媒の圧力、及び第2の熱交換器にて生じたガス状冷媒の圧力の少なくとも1つを設定対象圧力としてその圧力値を検出する圧力検出器と、上記設定対象圧力を所定値に設定する圧力設定器と、上記設定対象圧力の設定値とその検出値との差分差が小さくなるよう、上記制御対象に対してその制御量を示す情報を出力する圧力制御器とを備え、上記システム制御手段を、上記圧力設定器をその設定対象圧力の設定値が、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じた値となるよう制御するものとしたので、空気調和機の動作時における最適な圧力条件を考慮して、設定される目標圧力値を適正な圧力範囲内に制限することができる。つまり、ピストン衝突回避のための制御を、空気調和機として効率のよい運転状態を維持しつつ行うことができる。

【0140】この発明（請求項9）によれば、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記リニアコンプレッサに吸入されるガス状冷媒の温度、該リニアコンプレッサから吐出されるガス状冷媒の温度、第1の熱交換器におけるガス状冷媒の温度、第2の熱交換器におけるガス状冷媒の温度、第1の熱交換器における液状冷媒の温度、及び第2の熱交換器における液状冷媒の温度の少なくとも1つを設定対象温度としてその温度値を検出する温度検出器と、上記設定対象温度を所定値に設定する温度設定器と、上記設定対象温度の設定値とその検出値との差分値が小さくなるよう、上記制御対象に対するその制御量を示す情報を出力する温度制御器とを備え、上記システム制御手段を、上記温度設定器をその設定対象温度の設定値が、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じた値となるよう制御するものとしたので、冷媒の過熱度や過冷却度を適正範囲に保持される空気調和機の快適運転の下での、ピストン衝突回避のための冷凍サイクルの制御を簡単なものとできる。言いかえると、空気調和機の利用者が望む快適な温度制御をなるべく損なうことなく、ピストン衝突回避のための冷凍サイクルの制御を行うことができる。

【0141】この発明（請求項10）によれば、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記システム制御手段を、上記衝突危険度情報に基づいて、上記ピストンの衝突回避のための制御量を示す第1の制御情報を出力する衝突防止運転用システム制御器と、上記リニアコンプレッサを予め設定されている最適状態で作動させるための制御量を示す第2の制御情報を出力する通常運転用システム制御器と、上記第1の制御量と第2の制御量

とに対する重み付け処理を、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度が大きいほど、第2の制御量に比べて第1の制御量に対する重み付け比率が大きくなるよう行い、重み付けされた第1及び第2の制御量の総和を、上記制御対象に対する第3の制御量を示す情報として出力する制御量決定手段とを備え、上記制御対象を第3の制御量でもって制御するものとしたので、ピストンの衝突危険度が小さいときには、冷媒ガスの圧力、過熱度及び過冷却度を比較的適正な範囲に設定した状態で冷凍サイクル装置の運転を行うことができ、ピストンの衝突危険度が大きいときには、ピストンの衝突回避を優先して、冷凍サイクル装置の運転を行うことができる。

【0142】この発明（請求項11）によれば、請求項1記載の冷凍サイクル装置において、上記システム制御手段を、上記リニアコンプレッサに供給されるリニアモータの駆動電流を制御する電流制御手段を備え、上記衝突危険度情報が示す衝突危険度に応じて、上記第1の熱交換器での熱交換量、第2の熱交換器での熱交換量、及び絞り弁の開度の中の少なくともひとつを制御対象とする第1の制御とともに、上記リニアモータの駆動電流を制御対象とする第2の制御を行うものとしたので、上記リニアモータの駆動電流を制御対象とする制御により、ピストン衝突回避のための制御の応答速度を高めることができる。この結果、突発的なピストンの衝突をも回避することができる。しかも、駆動電流を制御対象とするピストン衝突回避のための制御における弊害も抑制することができる。つまり、リニアモータの駆動電流の低減によりリニアコンプレッサの圧力差が低下してピストン衝突の可能性が再度増大するという現象を、各熱交換器の熱交換量あるいは膨張弁の開度を制御対象とする、リニアコンプレッサの圧力差増大のための制御により抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による冷凍サイクル装置を説明するためのブロック図である。

【図2】上記実施の形態1で用いる衝突危険度判定関数の一例を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態2による冷凍サイクル装置を説明するためのブロック図である。

【図4】本発明の実施の形態3による冷凍サイクル装置を説明するためのブロック図である。

【図5】従来の冷凍サイクル装置のシステムを示すブロック図である。

【図6】従来の冷凍サイクル装置を構成するリニアコンプレッサを説明するための断面図である。

【図7】従来のリニアコンプレッサの衝突回避制御装置を示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

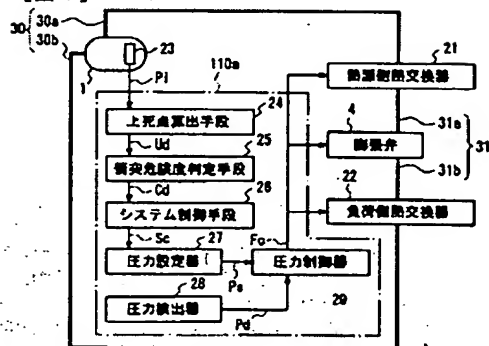
1 リニアコンプレッサ

1a 吐出管

- 1 b 吸入管
- 2 四方弁
- 3 室外熱交換器（熱源側熱交換器）
- 4 膨張弁
- 5 アクムレータ
- 8 室内熱交換器（負荷側熱交換器）
- 9 室温検知器
- 10 部屋
- 11 ガス側管路（第1の流通管路）
- 12 液側管路（第2の流通管路）
- 13 圧力検知器
- 14 過熱度検知器
- 21 熱源側熱交換器
- 22 負荷側熱交換器
- 23 位置検出センサ
- 24 上死点算出手段
- 25 衝突危険度判定手段
- 26、60 システム制御手段
- 27 圧力設定器
- 28 圧力検出器
- 29 圧力制御器
- 30 ガス側配管
- 31 液側配管

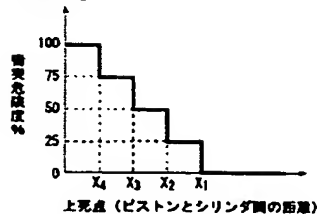
- 32 温度検出器
- 33 温度制御器
- 34 温度設定器
- 41 a シリンダ部
- 41 b モータ部
- 42 ピストン
- 42 a ピストンロッド
- 43 マグネット
- 44 a アウターヨーク
- 44 b ステータコイル
- 46 ガス圧縮室
- 49 吸入バルブ
- 50 吐出バルブ
- 51 共振バネ（支持ばね）
- 52 リニアモータ
- 61 衝突防止運転用制御器
- 62 通常運転用制御器
- 63 膨張弁操作量決定器
- 100、110、120 冷凍サイクル装置
- 100 a 室内機
- 100 b 室外機
- 110 a、120 a リニアコンプレッサ制御部

【図1】

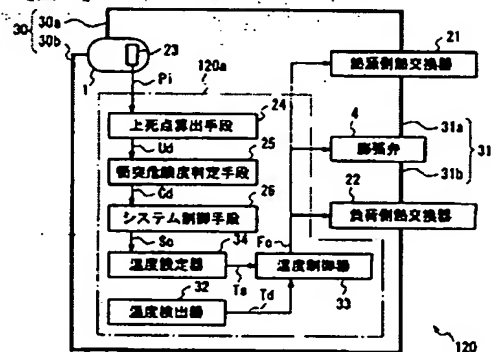


110: 冷凍サイクル装置  
110a: リニアコンプレッサ制御部  
1: リニアコンプレッサ  
23: 位置検出器

【図2】

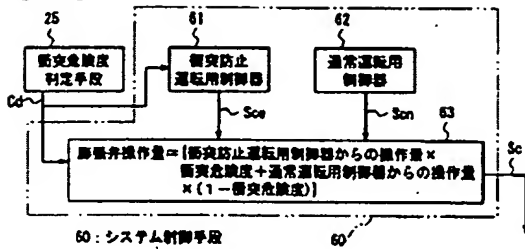


【図3】

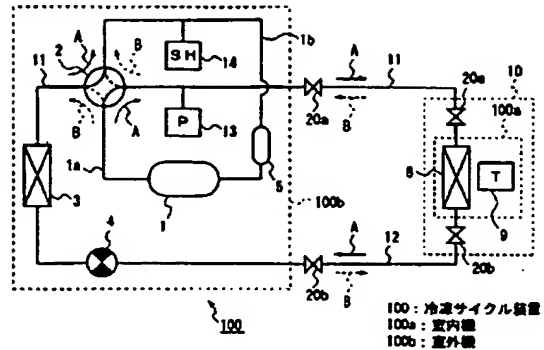


120: 冷凍サイクル装置  
120a: リニアコンプレッサ制御部

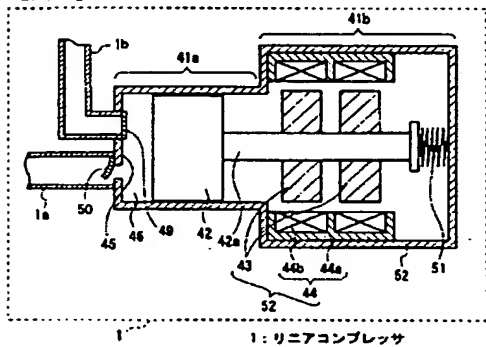
【図 4】



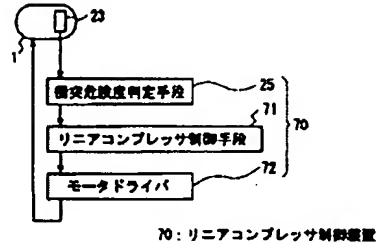
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 中田 秀樹  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 新井 康弘  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 吉田 雄二  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 3H045 AA03 AA12 AA27 BA02 BA41  
CA03 CA24 DA21 DA43 DA47  
EA04 EA13 EA16 EA23 EA38  
EA42  
3H076 AA02 BB28 BB31 CC04 CC28  
CC31 CC83 CC98  
5H540 AA10 BA03 BB04 BB06 BB09  
EE04 FA12 FA14 FA16 FC07  
FC10 GG01